



TITLE:

20.アズキゾウムシの雌雄に化学不妊剤を処理したときにえられる薬量反応率曲線の推定: 昆虫の化学不妊剤に関する研究 第14報

AUTHOR(S):

長沢, 純夫; 中山, 勇

CITATION:

長沢, 純夫 ...[et al]. 20.アズキゾウムシの雌雄に化学不妊剤を処理したときにえられる薬量反応率曲線の推定: 昆虫の化学不妊剤に関する研究 第14報. 防虫科学 1968, 33(4): 146-152

ISSUE DATE:

1968-11-30

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/158555>

RIGHT:

Presumption of Dosage-Response Curve obtained by the Treatment of Chemosterilant for Both Sexes of the Azuki Bean Weevil, *Callosobruchus chinensis* L. Studies on the Chemosterilants of Insect. XIV. Sumio NAGASAWA and Isamu NAKAYAMA (Ihara Agricultural Chemicals Institute, Shimizu) Received September 26, 1968. *Botyu-Kagaku* 33, 146 (with English Summary 151) 1968.

20. アズキゾウムシの雌雄に化学不妊剤を処理したときにえられる薬量反応率曲線の推定*
昆虫の化学不妊剤に関する研究 第14報 長沢純夫・中山 勇 (イハラ農業研究所) 43. 9. 26 受理.

アズキゾウムシの雌雄に, allyl triphenyltin, *N,N,N',N'*-tetramethyl-*P*-piperidinophosphonic diamide および metepa を処理したときにえられる, 薬量と産卵, ふ化あるいは羽化阻害率曲線は, 雌処理および雄処理それぞれによってえられた 薬量-反応率曲線から, 相関 r を 0 とする independent joint action の理論式にあてはめて推定することができた. これらの化合物の雌と雄に対する有効度の相違を算定するとともに, 作用時期の推定をおこなった.

昆虫の化学不妊剤は, 雌雄いずれか, あるいはその両方に不妊性をあたえるか否かによって, 雌性化学不妊剤, 雄性化学不妊剤, および両性化学不妊剤の3群にわけられている. そして実用的見地から, 不妊剤としては, 雄性または両性不妊がのぞましいものとされているが, ある薬物が, 常に必ずしもその一つに入るとは限らず, 対象害虫によってその属する範囲が異なっている. しかしこの様ないずれの薬物も, 雌雄両方に処理して, これらを交配した場合の結果は, 同じ薬物であっても, 作用点が雌雄まったく独立した部分であるから, 当然 independent の作用型をしめすものと考えなければならない. すなわち雌雄いずれか一方に不妊性を誘発するにたる薬量があたえられないかぎり, その不妊性は期待できない. いしかえれば, 雌雄のそれぞれに不妊剤を処理した後, 無処理個体との交配によってえられる不妊率 P_1, P_2 をもたらす薬量を, 雌雄のおのおのに処理してそれらを交配したとき, えられる不妊率 P は, 相関 r を 0 とする,

$$P = P_1 + P_2(1 - P_1)$$

の形をとるものと考えられる. 本文においては, その関係をあきらかにすることを目的におこなわれた実験の結果をのべる.

本文に入るにききだち, 試料の御提供をいただいた U.S. Dept. Agr. の Dr. A. B. Bořkovec と Dow Chem. Co. の Dr. E. E. Kenaga に深謝の意を表する次第である.

実験材料および方法

実験材料と方法, 飼育と実験施行時の環境条件などは, すべて先の報告¹⁰⁾のそれとおなじで, 処理は滴下法によった. 供試薬剤は錫, phosphoramides および aziridine 化合物のうちから, 不妊性の存在が確認されている, allyl triphenyltin (Dowco-187), *N,N,N',N'*-tetramethyl-*P*-piperidinophosphonic diami-

de (ENT-51007), および tris (2-methyl-1-aziridinyl)-phosphine oxide (metepa, ENT-50003) をえらんでもちいた. 実験はひとつの濃度段階で10回のくりかえしを, すなわちひとつの濃度段階で処理した, 雌雄10対について, 産下卵数, ふ化卵数あるいは羽化虫数をかぞえた.

実験結果と考察

1. Allyl triphenyltin

この化合物の不妊性については, 最初Kenaga^{9,10)}によって, その近縁化合物 triphenyltin hydroxide とともに, イエバエ *Musca domestica* L. および confused flour beetle, *Tribolium confusum* Jacquelin du Val においてたしかめられた Dowco-187 の試料番号を有する錫化合物のひとつである. 長沢・柴⁹⁾, Nagasawa et al.¹⁰⁾ は後者の triphenyltin hydroxide についてアズキゾウムシに対する不妊化の効力を報じ, 雄にはほとんどその効力がみとめられないことをのべている. 今回, 筆者らが allyl triphenyltin のふ化阻害作用に対する雌雄の感受性の相違をしらべた結果も, 第1表にしめすように, それとほとんどおなじであった. 第1表第3, 4 欄の雌雄それぞれを処理してえた数値から, Wadley,¹¹⁾ Finney¹²⁾ の方法によって, 相互に平行な濃度-ふ化阻害率回帰直線の方程式をもとめた結果が,

$$\text{雌処理 } Y = 5.8001 + 2.1279x$$

$$\text{雄処理 } Y = 4.1416 + 2.1279x$$

である. なおこのときの N の値は 51.5 をもちいた. 第2表はこの平行性を検定するための χ^2 試験の結果で, この2線は平行とみなしえられ, 先の方程式をもって充分しめしうるものと判断される. いま, 雌, 雄それぞれを処理して交配した場合の作用性は, independent であると考え, 両者を交配したときにえられるふ化阻害率 P は, 処理雌 \times 無処理雄, 無処理雌 \times 処理雄によってえられたそれぞれのふ化阻害率 P_1, P_2 との間

* 1968年9月28日, 日本昆虫学会第28回大会(札幌)において講演発表.

Table 1. Average number of hatched eggs deposited by single pairs of the azuki bean weevil treated with allyl triphenyltin

Dosage ($\mu\text{g}/\text{weevil}$)	Treatment		
	Female	Male	Both
1.00	9.0	41.8	7.4
0.80	14.4	45.8	14.0
0.63	20.0	44.2	13.4
0.50	24.6	50.4	21.6
0.40	29.6	49.0	15.8
0.31	28.2	55.8	21.8
0.25	41.6	53.4	26.2
0.20	32.2	51.4	31.0
0.15	41.6	56.2	40.4
0.13	44.2	51.0	42.2
Controls		55.2	

Table 2. Analysis of χ^2 for allyl triphenyltin-azuki bean weevil experiment shown in Table 1

Source of variation	D. F.	Sum of squares	Mean square
Parallelism of regressions	1	0.0003	0.0003
Residual heterogeneity	15	4.0170	0.2678
Total	16	4.0173	

Table 3. Comparison of the observed per cent unhatchabilities for both female and male treatments with the predictions calculated by the equation of independent joint action

Dosage ($\mu\text{g}/\text{weevil}$)	Observed probit	Expected probit	Weight	χ^2
1.00	6.0625	5.9502	0.36904	0.2397
0.80	5.6068	5.7095	0.40296	0.2189
0.63	5.6433	5.4705	0.40173	0.6178
0.50	5.2045	5.2353	0.36344	0.0178
0.40	5.5044	5.0075	0.31831	4.0476
0.31	5.1942	4.7776	0.26398	2.3595
0.25	4.9774	4.5546	0.20692	1.9049
0.20	4.9441	4.3318	0.12863	1.1261
0.15	4.2141	4.1110	0.08677	0.0475
0.13	4.0884	3.8969	0.05491	0.1037

$$\Sigma \chi^2 = 10.6835$$

には、緒言においてのべたような関係が成立しなればならない。第3表の結果は、各濃度段階における両性処理の交配によってえられる、理論上のふ化阻害率をその関係式によってもとめ、プロビットに変換して、実

験値のプロビットとの差をもとめ、理論上のふ化阻害率のプロビットに対応する重みをこれにかけて χ^2 とし、これを集計したものである。 $\Sigma \chi^2_{(10)} = 10.6835$ となり、この値は $n=10$ 、危険率0.05における χ^2 の値18.307より小さい。よってここに independent joint action の仮説の肯定が可能である。上にしるした方程式からもとめた allyl triphenyltin のふ化を阻害する中央有効薬量と、95%信頼限界は、雌処理の場合 $0.421 \mu\text{g}/\text{♀}$ ($0.293 \sim 0.534 \mu\text{g}/\text{♀}$) で、雄処理の場合は計算上から $2.532 \mu\text{g}/\text{♂}$ ($1.075 \sim 6.800 \mu\text{g}/\text{♂}$) となった。しかし本化合物の1匹あたりの処理薬量が $2 \mu\text{g}$ をこえると致死作用があらわれ、雄に対する中央有効薬量は、事実上 undeterminable である。これは triphenyltin hydroxide において Nagasawa *et al.*¹⁰⁾ がのべているところと全く同じである。計算の上からえられた数値をもとにして、雌雄感受性の比較をおこなうと、雄は雌に比して0.166倍 ($0.057 \sim 0.484$ 倍) の感受性である。allyl triphenyltin のアズキゾウムシに対する不妊作用のひとつは、これを雌に処理したときにおこるふ化阻害である。

2. *N,N,N',N'*-tetramethyl-*P*-piperidinophosphonic diamide

ENT-51007 の code number をもつ本化合物の不妊性はイエバエを材料に、Terry and Bořkovec¹³⁾ によって確認されている。雌、雄および両性処理によってえられた、処理薬量と、1対あたりの平均産下卵数、未ふ化卵数、羽化虫数の関係をしめしたのが第4表である。第4表の平均産下卵数にかんする実験結果については、 $N=70$ とおき、未ふ化数および羽化数にかんする実験結果については、それぞれ $C=7.0$ 、 23.0 において、まず雌処理、雄処理それぞれの薬量-反応率曲線に相互に平行な直線をあてはめ、Wadley,¹⁴⁾ Finney⁹⁾、あるいは Finney^{2,3)} の方法によって計算をおこなった。なおここで羽化阻害率は、産下卵数に対する羽化虫数の比を1からひいて100倍したもので、ふ化卵数に対するそれではない。したがって羽化阻害率のなかには、ふ化阻害に関する反応率が含まれている。その結果、薬量-産卵阻害率回帰直線の方程式は、

$$\text{雌処理} \quad Y = -0.9769 + 3.3365x,$$

$$\text{雄処理} \quad Y = -2.4675 + 3.3365x.$$

薬量-ふ化阻害率回帰直線の方程式は、

$$\text{雌処理} \quad Y = -2.6014 + 3.9418x,$$

$$\text{雄処理} \quad Y = -1.5279 + 3.9418x.$$

薬量-羽化阻害率回帰直線の方程式は、

$$\text{雌処理} \quad Y = -3.0173 + 4.1354x,$$

$$\text{雄処理} \quad Y = -1.8913 + 4.1354x.$$

となった。第5表はこれらの回帰直線の平行性の検定をおこなった結果で、それぞれ相互に平行とみなすこ

Table 4. Experimental results of adult treatment with ENT-51007

Treatment	Dosage ($\mu\text{g}/\text{weevil}$)	Average no. of deposited eggs	Average no. of unhatched eggs	Average no. of emerged weevils
Female	100	18.3	—	—
	70	32.3	11.6	16.1
	50	44.0	12.4	27.1
	35	58.9	9.0	43.9
	25	65.9	5.8	52.1
	17.5	67.3	5.3	56.1
	12.5	63.4	4.6	52.7
Male	140	56.4	—	—
	100	57.1	—	—
	70	64.7	56.9	9.6
	50	76.6	41.7	29.1
	35	84.0	25.4	45.1
	25	78.4	20.9	49.0
	17.5	76.0	11.9	54.7
Both	12.5	79.1	7.1	63.0
	140	0.0	—	—
	100	13.0	—	—
	70	21.1	19.7	1.0
	50	55.7	35.9	18.0
	35	48.6	29.6	16.6
	25	66.3	15.7	45.1
Controls	17.5	65.7	10.1	47.1
	12.5	63.9	7.6	49.1
Controls	—	71.0	5.0	51.9

Table 5. Analysis of χ^2 for ENT-51007-azuki bean weevil experiment shown in Table 4

Source of variation	D. F.	Egg deposition		D. F.	Hatchability		D. F.	Emergence	
		Sum of squares	Mean square		Sum of squares	Mean square		Sum of squares	Mean square
Parallelism of regressions	1	0.0091	0.0091	1	0.3526	0.3526	1	0.1097	0.1097
Residual heterogeneity	5	0.4378	0.0876	7	8.8290	1.2613	4	1.9393	0.4848
Total	6	0.4469	0.0745	8	9.1816	1.1477	5	2.0490	0.4098

とが可能である。そこで上にしめした平行な回帰直線の方程式から計算した、理論的に期待される independent joint action のプロビットと、実験値のそれとの相違を先にのべたと同様の順序で χ^2 検定した。その結果は第6表にしめすごとくである。いずれも $\Sigma \chi^2$ の値は、 $n=6$ 、危険率0.05における $\chi^2=12.592$ より小で、雌雄処理によってえられる薬量-反応率曲線の推定は、independent joint actionの理論にあてはめておこなえば可能である。

上にしめした方程式からえられた、雌処理、雄処理それぞれの産卵、ふ化および羽化を阻害する ENT-51007 の中央有効薬量と、それらの95%の信頼限界とをしめすと、中央産卵阻害薬量は、雌処理、雄処理それぞれ $61.856 \mu\text{g}/\text{♀}$ ($41.972 \sim 73.126 \mu\text{g}/\text{♀}$)、 $173.033 \mu\text{g}/\text{♂}$ ($104.898 \sim 291.159 \mu\text{g}/\text{♂}$) で、ふ化阻害のそれは $84.801 \mu\text{g}/\text{♀}$ ($69.181 \sim 103.978 \mu\text{g}/\text{♀}$)、 $45.298 \mu\text{g}/\text{♂}$ ($40.898 \sim 50.172 \mu\text{g}/\text{♂}$)、羽化阻害に関しては $86.834 \mu\text{g}/\text{♀}$ ($65.601 \sim 123.311 \mu\text{g}/\text{♀}$)、 46.391

Table 6. Comparison of the observed per cent inhibition of egg deposition, hatchability and emergence for both female and male treatments with the predictions calculated by the equation of independent joint action

Item observed	Dosage $\mu\text{g/weevil}$	Observed probit	Expected probit	Weight	χ^2
Egg deposition	100	5.8927	5.8742	0.38466	0.0017
	70	5.5215	5.2845	0.38069	0.4512
	50	4.1221	4.7492	0.23540	5.2488
	35	4.4929	4.2039	0.10648	0.4322
	25	3.3836	3.7012	0.03251	0.2174
	17.5	3.4536	3.1881	0.00647	0.0300
					$\Sigma\chi^2=6.3813$
Hatchability	70	6.4684	6.0669	0.37231	1.2664
	50	5.2663	5.3745	0.53866	0.3576
	35	5.2019	4.6761	0.51470	6.9156
	25	4.0846	4.0419	0.29749	0.0360
	17.5	3.6592	3.4018	0.10008	0.4323
	12.5	3.3836	2.8299	0.01431	0.2803
					$\Sigma\chi^2=9.2882$
Emergence	70	6.5464	6.0364	0.32370	1.7765
	50	5.2224	5.3213	0.41532	0.2303
	35	5.1408	4.5930	0.32167	4.6913
	25	3.8099	3.9375	0.12641	0.1365
	17.5	3.5167	3.2721	0.02697	0.1060
	12.5	2.2522	2.6737	0.00262	0.0297
					$\Sigma\chi^2=6.9703$

$\mu\text{g}/\delta$ (38.304~55.301 $\mu\text{g}/\delta$) の値がえられた。ふ化阻害薬量と羽化阻害のそれとはほとんど差がなく、これらの数値から ENT-51007 の不妊作用は、産卵阻害とふ化阻害で、その後の作用性は全くないものと結論してさしつかえなからう。なお ENT-51007 に対する雄の感受性は、雌より産卵、ふ化および羽化に関して、それぞれ 0.357 (0.144~0.887), 1.872 (1.411~2.483) および 1.872 (1.284~2.729) 倍程度高く、これから、雌処理の場合は産卵が強く阻害され、雄処理の場合はふ化が阻害されるということができよう。

3. Metepa

Metepa が種々の昆虫に対して不妊作用をしめすことは、すでに数多く報告され、アズキゾウムシについては、Shinohara and Nagasawa,¹²⁾ 長沢・篠原,^{7,8)} 中山・長沢,¹¹⁾ Borkovec *et al.*¹⁾ らによって確認されている。雌雄両性処理によってえられる薬量-反応率曲線の推定を目的におこなった実験の結果を、第7表にしめした。これを見ると、今回の処理薬量の範囲内では、metepa の産卵阻害はほとんどみられない。この事実はすでに Shinohara and Nagasawa¹²⁾ に

よっても報告されている。そこで第7表の産卵阻害の項は省いて、ふ化阻害および羽化阻害に関する、雌あるいは雄に処理したときの実験結果に対して、それぞれ C の値を 6 および 14 とおいて、Finney^{2,3)} の方法によって薬量-反応率曲線の方程式を計算した。なおここで薬量の対数値には 1 を加えて負数をなくし、計算が容易にできる措置をとった。また前項同様、羽化阻害率は、産下卵数に対する羽化虫数の比で、その中にはふ化阻害にかんする反応率が包含されている。その結果、薬量-ふ化阻害率回帰直線の方程式は、

$$\text{雌処理 } Y=2.3693+1.9007x,$$

$$\text{雄処理 } Y=2.5383+2.6048x,$$

薬量-羽化阻害率回帰直線の方程式は、

$$\text{雌処理 } Y=2.5413+1.8543x,$$

$$\text{雄処理 } Y=2.8136+2.4261x$$

となった。雌処理の場合と、雄処理の場合とで、薬量-反応率回帰直線の傾きは、今回の実験ではかなりこととなっていた。

さきにしめした independent joint action の理論式にあてはめて計算をおこなう場合は、両回帰線の傾

Table 7. Experimental results of adult treatment with metepa

Treatment	Dosage ($\mu\text{g}/\text{weevil}$)	Average no. of deposited eggs	Average no. of unhatched eggs	Average no. of emerged weevils
Female	5	64.7	47.1	14.3
	3.5	66.4	42.5	21.0
	2.5	69.3	40.0	21.5
	1.75	71.9	29.6	41.8
	1.25	77.7	24.2	47.4
	0.875	72.9	22.4	41.4
	0.625	85.4	12.2	65.3
	0.4375	74.8	9.8	61.3
	0.3125	71.8	7.1	61.0
Male	5	82.9	81.9	1.5
	3.5	81.1	72.8	7.8
	2.5	80.6	74.7	5.0
	1.75	79.4	66.6	10.2
	1.25	81.3	49.0	28.0
	0.875	81.0	47.3	27.0
	0.625	79.2	31.1	40.7
	0.4375	77.5	17.3	53.6
	0.3125	70.7	12.4	51.4
Both	5	64.1	64.1	0.0
	3.5	66.2	64.6	1.0
	2.5	63.3	60.9	1.4
	1.75	74.7	71.6	1.7
	1.25	76.7	61.2	13.1
	0.875	77.8	50.3	20.1
	0.625	76.1	38.3	30.9
	0.4375	80.8	22.8	50.1
	0.3125	75.9	11.8	57.2
Controls		78.6	4.6	67.7

きの相違は、考慮に入れる必要がないので、前節と全く同じ順序で、雌雄両性処理によってえられた結果と、計算値との適合性を検定すればよい。その結果は第8表のごとくで、metepa の場合も、両性処理によってえられる薬量-反応率曲線は、雌処理および雄処理によってえられた薬量-反応率曲線から、independent joint action の理論式にあてはめて推定することが可能である。

なおさきにしめた回帰方程式から算定した、中央ふ化阻害薬量と、その95%の信頼限界は、雌処理、雄処理それぞれ $2.421 \mu\text{g}/\text{♀}$ ($1.892 \sim 3.099 \mu\text{g}/\text{♀}$)、 $0.881 \mu\text{g}/\text{♂}$ ($0.768 \sim 1.011 \mu\text{g}/\text{♂}$) で、羽化阻害のそれは $2.118 \mu\text{g}/\text{♀}$ ($0.971 \sim 3.861 \mu\text{g}/\text{♀}$)、 $0.797 \mu\text{g}/\text{♂}$ ($0.666 \sim 0.968 \mu\text{g}/\text{♂}$) で、ふ化阻害、羽化阻害はほとんど同じで、metepa を成虫に処理したときにみら

れる不妊作用は、ふ化阻害であるということができよう。中央有効薬量の点で比較したときの雄の感受性は、ふ化および羽化阻害それぞれ雌の2.748および2.657倍であった。

摘 要

1. アズキゾウムシの成虫の雌雄に allyl triphenyltin を処理したときにえられる薬量-ふ化阻害率曲線、また ENT-51007 および metepa を処理したときにえられる薬量-産卵、ふ化あるいは羽化阻害率曲線は、雌処理および雄処理それぞれによってえられた薬量-反応率曲線から、相関 r を0とする independent joint action の理論式にあてはめて推定することができた。

2. アズキゾウムシの雌成虫の allyl triphenyltin のふ化阻害に対する感受性は、雌の0.166倍で、雄に

Table 8. Comparison of the observed percent inhibition of hatchability and emergence for both female and male treatments with the predictions calculated by the equation of independent joint action

Item observed	Dosage $\mu\text{g/weevil}$	Observed probit	Expected probit	Weight	χ^2
Hatchability	3.5	6.9431	7.0335	0.12308	0.0666
	2.5	6.7507	6.5893	0.22251	0.3669
	1.75	6.7060	6.1123	0.37690	9.9239
	1.25	5.7892	5.6903	0.49030	0.3678
	0.875	5.3160	5.2482	0.56515	0.2021
	0.625	4.9272	4.8363	0.54478	0.3426
	0.4375	4.2808	4.4052	0.45255	0.5659
	0.3125	3.7241	4.0096	0.31279	1.9351
					$\Sigma\chi^2=13.7709$
Emergence	3.5	7.1060	7.0600	0.11239	0.0157
	2.5	6.9431	6.6546	0.17749	0.9351
	1.75	6.9263	6.2055	0.31277	12.1388*
	1.25	5.8452	5.8064	0.41656	0.0481
	0.875	5.5244	5.3826	0.48104	0.7525
	0.625	5.0702	4.9950	0.48026	0.2067
	0.4375	4.4142	4.5848	0.40784	0.9591
	0.3125	3.8399	4.2039	0.28421	2.8581
					$\Sigma\chi^2=5.7753$

対してはほとんど作用性をしめさない。ENT-51007の産卵、ふ化および羽化を阻害するそれに対しては、それぞれ0.357, 1.872, 1.872倍で metepa のふ化および羽化阻害効力に対しては、中央有効薬量の点で比較したとき、それぞれ2.748および2.657倍であった。

3. アズキノウムシの成虫に allyl triphenyltin を処理したときにあらわれる不妊作用のひとつはふ化阻害であると考えられる。ENT-51007 の不妊作用は産卵および、ふ化阻害で、その後の作用性はほとんどないものの様であった。一方 metepa のそれは、ふ化阻害であると推察され、産卵および羽化阻害に関しては、ほとんど作用性をみとめることはできなかった。

引用文 献

- 1) Bořkovec, A. B., S. Nagasawa, and H. Shinohara: *J. Econ. Entomol.* 61, 695-8 (1968).
- 2) Finney, D. J.: *Ann. Appl. Biol.* 31, 68-74 (1944).
- 3) Finney, D. J.: *Ann. Appl. Biol.* 36, 187-95 (1949).
- 4) Finney, D. J.: *Biometrika* 36, 239-56 (1949).
- 5) Kenaga, E. E.: *Program. XII Int. Congr. Ent.* p. 124. *Chem. Wkly* 95, 64 (1964).
- 6) Kenaga, E. E.: *J. Econ. Entomol.* 58, 4-8

(1965).

- 7) 長沢純夫・篠原 寛: 応動昆 8, 123-8 (1964).
- 8) 長沢純夫・篠原 寛: 応動昆 9, 162-5 (1965).
- 9) 長沢純夫・柴三千代: 防虫科学 30, 91-5 (1965).
- 10) Nagasawa, S., H. Shinohara, and M. Shiba: *J. Stored Prod. Res.* 3, 177-84 (1967).
- 11) 中山 勇・長沢純夫: 応動昆 10, 192-6 (1966).
- 12) Shinohara, H. and S. Nagasawa: *Ent. exp. & appl.* 6, 263-7 (1963).
- 13) Terry, P. H. and A. B. Bořkovec: *J. Med. Chem.* 10, 118-9 (1967).
- 14) Wadley, F. M.: *Ann. Appl. Biol.* 36, 196-202 (1949).

Summary

If a chemosterilant is applied to both female and male, as a rule, the sites of its chemosterilizing action are completely independent between sexes. The results of cross-fertilization between treated female and treated male, therefore, could be expected to follow the way of independent joint action with the correlation $r=0$. That is, the dosages for female and male are not additive. In order to get sterilized results, a dosage of

chemosterilant must be enough to sterilize at least the female or the male. An expected response rate P for mating between treated female and treated male could be written as $P=P_1+P_2(1-P_1)$. Here, P_1 and P_2 are the response rates produced from the same amount of chemosterilant used in the mating of treated female \times untreated male and untreated female \times treated male, respectively.

Adults of the azuki bean weevil, *Callosobruchus chinensis* L., were used as the test organism. Allyl triphenyltin (Dowco-187), N,N,N',N' -tetramethyl- P -piperidinophosphonic diamide (ENT-51007) and tris (2-methyl-1-aziridinyl)-phosphine oxide (metepa) were used as testing chemosterilants for the present experiment. The relation between dosage of allyl triphenyltin and the number of eggs deposited by the treated female \times treated male could be presumed from the dosage-response relations obtained by the treated female \times untreated male and untreated female \times treated male. A fore mentioned presumption was also possible for the relation between dosage of ENT-51007 and the number of deposited eggs, unhatched eggs or emerged adults; and for the relation between dosage of metepa and the number of hatched eggs or emerged adults.

The most probable median effective dosage of allyl triphenyltin for the female to inhibit the hatching of deposited eggs was estimated as 0.421 $\mu\text{g}/\text{♀}$, with fiducial limits of 0.293~0.534 $\mu\text{g}/\text{♀}$ for 95 per cent probability. That for the male, however, could not be determined due to its low susceptibility. Though it was calculated to be 2.532 $\mu\text{g}/\text{♂}$ (1.075~6.800 $\mu\text{g}/\text{♂}$), this dosage level was completely lethal to adult weevils. It can be said, however, that the male weevil is 0.166 times as susceptible as the female to chemosterilizing effect of allyl triphenyltin. One

of the chemosterilizing effects of allyl triphenyltin on adults of the azuki bean weevil is the inhibition of egg hatching which is recognized when the chemical is applied to the female.

The median effective dosages of ENT-51007 for the female and the male which resulted in the inhibition of egg deposition, hatching and adult emergence were 61.856 $\mu\text{g}/\text{♀}$ (41.972~73.126 $\mu\text{g}/\text{♀}$) and 173.033 $\mu\text{g}/\text{♂}$ (104.898~291.159 $\mu\text{g}/\text{♂}$), 84.801 $\mu\text{g}/\text{♀}$ (69.181~103.978 $\mu\text{g}/\text{♀}$) and 45.298 $\mu\text{g}/\text{♂}$ (40.898~50.172 $\mu\text{g}/\text{♂}$), and 86.834 $\mu\text{g}/\text{♀}$ (65.601~123.311 $\mu\text{g}/\text{♀}$) and 46.391 $\mu\text{g}/\text{♂}$ (38.304~55.301 $\mu\text{g}/\text{♂}$), respectively. The susceptibility of the male was estimated as 0.357 (0.144~0.887), 1.872 (1.411~2.483) and 1.872 (1.284~2.729) times higher than that of the female in inhibition of egg deposition, hatching of deposited eggs and adult emergence, respectively. From the results mentioned above, it could be said, that the main chemosterilizing effects of ENT-51007 on adults of the azuki bean weevil are the inhibition of egg deposition in the case of female treatment and that of egg hatching in the case of male treatment.

Metepa was not effective on inhibition of egg deposition. The median effective dosages of metepa inhibiting the hatching of deposited eggs were calculated as 2.421 $\mu\text{g}/\text{♀}$ (1.892~3.099 $\mu\text{g}/\text{♀}$), and 0.811 $\mu\text{g}/\text{♂}$ (0.768~1.011 $\mu\text{g}/\text{♂}$), and that of emergence were 2.118 $\mu\text{g}/\text{♀}$ (0.971~3.861 $\mu\text{g}/\text{♀}$), and 0.797 $\mu\text{g}/\text{♂}$ (0.666~0.968 $\mu\text{g}/\text{♂}$). The effective dosage inhibiting the egg hatching was almost equal to that of adult emergence. The male is 2.748 and 2.659 times as susceptible as the female to the inhibiting effects of metepa on the egg hatching and adult emergence, respectively. It could be said, therefore, that the main sterilizing effect of metepa is the inhibition of egg hatching.